

一〇二學年度北一區高級中學數理及資訊學科能力競賽

## 物理科實驗試題

競賽日期：102.11.13

競賽編號：\_\_\_\_\_

題目	得分
第一部份 (10 分)	
第二部分 (20 分)	
第三部分 (10 分)	
總分 (40 分)	

## 一〇二學年度高中科學能力競賽物理科實驗試題

### 壹、 注意事項：

1. 實驗報告共 14 頁，包含：封面（1 頁）、實驗題（4 頁）、報告紙（9 頁），實驗報告撰寫於報告紙上。
2. 實驗題共三部分，每一部分的報告內容應包含：
  - (1) 測量方法、原理說明
  - (2) 繪圖標示應測量的物理量
  - (3) 畫出表格記錄測得的數據，並做數據圖及誤差分析
  - (4) 詳列實驗流程、計算過程與結果
3. 實驗數據的作圖，必須標示清楚（含點、線、座標及單位）。並請將數據圖繪於方格紙上，剪下並貼於報告紙上。
4. 實驗操作之評審主要依據實驗報告評分，所以務必在報告中詳細記載各項內容。
5. 總測驗時間為 3 小時。

### 貳、 實驗器材：

（請先清點器材，若有不足，請立即告知監試老師）

1	粗壓克力管	2	5 種不同內徑細壓克力管
3	碼錶	4	鐵架
5	鐵夾（含喉頭）兩組	6	30 cm 直尺
7	布尺	8	游標尺
9	0.5 L 燒杯	10	1 L 燒杯
11	膠帶	12	甘油（密度 $\rho = 1.26 \text{ g/cm}^3$ ）
13	水平儀	14	吸油紙巾四張
15	剪刀	16	矽膠軟管（內徑 10 mm）
17	矽膠軟管（內徑 8 mm）	18	方格紙 6 張

## 參、 實驗內容：

黏滯性是流體的物理性質，是一般對液體“濃稠度”的具體描述。其具體的現象，是流體在流動時，管道介面處與流體深處會有不同的流速，因此會影響液體流過細管的流量。

簡單的黏滯係數測量，可以在一個粗量桶（內半徑  $R$ 、面積  $A$  的圓柱）的底部側面打洞，接上水平的細管（內半徑  $r$ ）。裝置裝入液體後，讓液體由細管流出，記錄在時刻  $t$  時粗管的液面離細管接口的高度  $H$ ，藉以得出黏滯係數（請參考實驗裝置示範圖）。依據海根-波歇爾定律（Hagen-Poiseuille law）我們知道在管道中的黏滯流體符合下式：

$$\Delta P = \frac{8L\eta}{\pi r^4} Q \quad (1)$$

其中  $L$ ：細管長、 $\eta$ ：黏滯係數、 $Q$ ：流率（單位時間流出的液體體積）。再考慮水平的細管中的白努力定律（Bernoulli's law）：

$$\Delta P = \rho g H \quad (2)$$

將(2)帶入(1)式後，可得

$$\begin{aligned} \rho g H &= -\frac{8L\eta}{\pi r^4} Q = -\frac{8L\eta A}{\pi r^4} \left(\frac{dH}{dt}\right) \\ \Rightarrow dt &= -\frac{8L\eta A}{\rho g \pi r^4} \left(\frac{dH}{H}\right) \end{aligned}$$

利用積分求解，可以得到

$$t = -\frac{18.42 L \eta A}{\rho g \pi r^4} \log(H) + \text{constant}$$

利用記錄所得的時間 ( $t$ ) 和液體高度的對數值 ( $\log H$ ) 作圖求得斜率，即可計算出  $\eta$  值。



### 第一部份：基本測量（10分）

- a) 測量粗管的內徑，求其平均值及標準差。
- b) 測量細管的內徑及長度，求其平均值及標準差。

由這些數據，粗管的內徑、細管的內徑及長度的測量值分別應該有幾位有效位數？（需要解釋理由）

### 第二部份：測量黏滯係數（20分）

- c) 利用鐵架將裝置設置如前頁照片，將細管外側孔洞堵住，將甘油倒入粗管內至快滿。隨後打開細管洞口，記錄高度  $H$ （細管到液面的高度差）和對應時間  $t$ 。
- d) 繪製  $t-\log(H)$  圖，求出回歸直線斜率，計算黏滯係數  $\eta$  值（注意單位和有效位數）。
- e) 更換細管，重複上述操作，求出不同細管的黏滯係數值。
- f) 計算  $\eta$  的平均值和標準差。

### 第三部份：討論分析（10分）

- a) 將前面實驗所得不同細管內徑的黏滯係數值對細管內徑作圖（ $\eta-r$  圖）。
- b) 得到的圖形，代表什麼意義？請討論可能的成因和影響。

## 對 數 表

log	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067

**第一部份：基本測量**

















